



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
Dirección General de Aguas  
Dirección de Aguas Superficiales y  
Subterráneas

## ESTUDIO GEOFISICO DE LA GRAN LIMA

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Por : Ing° Bernard André

FEB. 74



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
Dirección General de Aguas  
Dirección de Aguas Superficiales y  
Subterráneas

RELACION DE ANEXOS

- Pl. 1 Mapa del Techo del Substrato Rocoso
- Pl. 2 Mapa de los Espesores Estimados de Terrenos Acuiferos Aluviales
- Pl. 3 Mapa de Isoconductividad Longitudinal del Terreno Acuifero Con - ductor.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



RELACION DE FIGURAS

Figs. 1,2,3 y 4

Tipos de Sondajes Registrados



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
Dirección General de Aguas  
Dirección de Aguas Superficiales y  
Subterráneas

S U M A R I O

INTRODUCCION - Dificultades de Interpretación

- 1. Tipos de Sondajes Registrados
  - 1.1. Diferentes Horizontes Geofísicos Puestos en Evidencia
  - 1.2. Resistividades de los Horizontes Diferenciados
  - 1.3. Problema del Zócalo
- 2. Mapa del Techo del Substrato Rocoso
- 3. Mapa de los Espesores Estudiados del Terreno Acuífero Aluvional
- 4. Mapa de Isoconductividad Longitudinal del Terreno Acuífero Conductor.

CONCLUSIONES



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
Dirección General de Aguas  
Dirección de Aguas Superficiales y  
Subterráneas

## INTRODUCCION

El presente estudio hace la síntesis de los Sondajes Eléctricos registrados en varias oportunidades desde 1969 hasta fines del año 1973. El conjunto de estos sondajes abarca los tres valles que constituyen el reservorio acuífero de la Gran Lima.

Los valles del río Chillón y Lurín tienen una densidad de sondajes regular, en cambio el valle del río Rímac, así como toda la zona de confluencia del Chillón y del Rímac han sido cubiertos de una manera muy escasa y además muchos sondajes no han sido desarrollados con una longitud de línea bastante larga como para alcanzar el substrato rocoso. Así que todavía queda una indeterminación grande en la estimación del espesor del acuífero, sobre todo en la zona limitada al sur por La Tablada y los cerros Morro Solar, al norte por el valle actual del Rímac y al este por el umbral que separa el cerro El Agustino de los cerros de La Molina.



## 1. Tipos de Sondajes Registrados .

### 1.1. Diferentes Horizontes Puestos en Evidencia

Dentro del conjunto de los sondajes registrados, se ha podido distinguir más o menos cuatro grupos según su distancia relativa al borde del mar y según la profundidad del nivel de la napa freática.

#### 1.1.1 Grupo 1

Este grupo abarca los sondajes ubicados cerca de la orilla del mar encima de un terreno muy resistente constituido por arena de duna. Se ha diferenciado cuatro horizontes geofísicos R<sub>0</sub>, C<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> encima de un substrato resistente marcado por la rama ascendente final de los diagramas.

R<sub>0</sub>      Corresponde a la arena de duna seca superficial

C<sub>1</sub>      Corresponde a una zona de evaporación o zona de fluctuación superficial de la napa dulce.

C<sub>3</sub>      Corresponde al terreno acuífero salado.

Estos sondajes se encuentran únicamente en la costa de los Balnearios del Sur.

#### 1.1.2 Grupo 2

Este grupo abarca los sondajes ubicados río abajo de los ríos Lurín y Chillón en zonas donde el nivel freático queda suficientemente cerca de la superficie del suelo para que se produzca un fenómeno de evaporación de la parte superficial de la napa. Se han diferenciado tres horizontes geofísicos C<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> encima de un substrato resistente.

C<sub>1</sub>      Corresponde a la parte superficial del acuífero, salada por evaporación (la evaporación parcial deja un acuífero con agua más concentrada de sales minerales).

R<sub>2</sub>      Corresponde a la mayor parte del acuífero dulce.



- C3 Corresponde al acuífero salado y su conductancia longitudinal es suficientemente importante. Más o menos se puede considerar en esta zona que el valor  $C3 = 20$  Mhos. corresponde a un límite a proxímado inferior para que el acuífero sea considerado como salado ( ver informe particular para los Balnearios del Sur ).

Los sondeos de este grupo se encuentran mayormente en la parte baja de la cuenca del río Lurín, en la zona de Villa ( costa sur del distrito de Chorrillos ) y también en el Callao, en las cercanías de la desembocadura actual del río Rímac.

### 1.1.3 Grupo 3

Este grupo abarca los sondeos ubicados en zonas donde el acuífero está compuesto de una parte superior medianamente resistente y de una parte inferior conductora; todavía queda el nivel freático a una profundidad suficientemente escasa para que el horizonte superficial seco no marque en los diagramas de sondeos. Se han diferenciado dos horizontes geofísicos R2 y C3 encima de un substrato que puede ser resistente, medianamente resistente o conductor, de acuerdo con su naturaleza litológica ( Luego se hablará más detalladamente de este fenómeno - ver párrafo 1.3 ).

- R2 Corresponde a la parte superior del acuífero dulce, puede en algunos casos corresponder a un material bastante gravoso.
- C3 Corresponde a la parte inferior del acuífero dulce, de granulometría más fina.

Este tipo de sondeos se encuentra en casi todas las zonas donde la parte superior de la napa freática queda a una profundidad incluida entre un metro y diez metros aproximadamente.

### 1.1.4 Grupo 4

Este grupo abarca los sondeos ubicados en zonas donde el nivel freático está bastante hondo como para dejar un horizonte aluvional seco suficientemente espeso. Generalmente, este horizonte es muy resistente así que todo el acuífero aparece en los diagramas como un horizonte conductor.

Igual como en el caso precedente, se han diferenciado dos horizontes geofísicos R2 y C3, pero aquí se puede considerar que R2 corresponde a la totalidad del terreno aluvional seco, en cambio C3 corresponde a la totalidad del acuífero.



## 1.2 Resistividades de los Horizontes Diferenciados .

El precedente párrafo enseña que en los tres valles que componen la Gran Lima, los sondeos realizados han permitido diferenciar dentro del relleno aluvional un máximo de cuatro horizontes geofísicos alternativamente resistentes y conductores  $R_0$ ,  $C_1$ ,  $R_2$  y  $C_3$  .

- $R_0$  Corresponde a un terreno arenoso de duna superficial identificado en los sondeos del Grupo 1. Las primeras medidas de los diagramas faltan, así que no se ha podido determinar su resistividad que ha de ser de unos mil Ohm m.
- $C_1$  Corresponde a la zona de evaporación superficial identificada en los sondeos del Grupo 1 y 2; este horizonte conductor tiene una resistividad  $\rho_1$  variable entre 5 y 10 Ohm m.
- $R_2$  Corresponde al terreno resistente superior del relleno aluvional.
- En los sondeos del Grupo 1 y 2 es el acuífero dulce y su resistividad ha sido supuesta del orden de 15 - 20 Ohm m., en el valle del Lurín, en cambio alcanza 70 Ohm m en el Callao.
  - En los sondeos del Grupo 3 corresponde a la parte superior, más gravosa del acuífero. Su resistividad varía entre 60 y 300 Ohm m
  - En los sondeos del Grupo 4 corresponde a los aluviones secos. Su resistividad varía entre 400 y 1,500 Ohm m.
- $C_3$  Corresponde al acuífero aluvional inferior conductor.
- En los sondeos del Grupo 1 corresponde al acuífero salado.
  - En los sondeos del Grupo 2 corresponde al acuífero salado si su conductancia longitudinal queda más o menos superior a 20 Mhos. La resistividad del acuífero salado  $C_3$  ha sido supuesta del orden de 5 Ohm m.
  - En los demás sondeos corresponde a la parte inferior del acuífero dulce (sondeos del Grupo 3) o a la totalidad del acuífero dulce (sondeos del Grupo 4). En este caso, su resistividad ha sido su puesta variable entre 15 y 80 Ohm m pero generalmente se ha tomado el valor  $\rho_3 = 20-30$  Ohm m para hacer los cálculos de espesor.



### 1.3 Problema del Zócalo .

El mapa geológico de la zona enseña que el límite río abajo de los afloramientos plutónicos dibuja una línea que sigue paralelamente a la costa 10 Kms. río arriba ( el límite corresponde aquí a los cerros El Agustino y de La Molina ) sigue hacia el sur hasta cortar el valle del Lurín de la misma manera.

Río arriba de esta línea, tenemos un zócalo rocoso cristalino ( granito, granodiorita, diorita y rocas metamórficas de contacto ) que ha de ser bastante resistente con respecto a la parte inferior conductora del acuífero. En cambio, río abajo tenemos un zócalo rocoso sedimentario y volcano-sedimentario que corresponde a la serie estratigráfica del Cretácico Inferior y Jurásico Superior.

Los sondajes 7 y 8 del distrito de Chorrillos hechos cerca de los afloramientos de la formación Herradura prueban que las calizas margosas y los shales que constituyen una parte de esta formación pueden tener una resistividad bastante baja ( 70 Ohm m ). Debajo de las formaciones del grupo Morro Solar, vuelven a aparecer capas de Shales grises que pueden ser muy conductoras. Es decir que en todo el valle del Chillón, en la parte baja del valle del Rímac y del Lurín, el hipótesis según el cual el zócalo rocoso constituyera un horizonte infinitamente resistente es completamente equivocado.

Además, el zócalo rocoso sedimentario puede tener horizontes acuíferos que alimenten la napa aluvional, así que el reservorio acuífero real puede tener un volumen más grande que el reservorio aluvional. Por eso, hablamos aquí de substrato rocoso y no de substrato impermeable, por eso también, hablamos de acuífero aluvional.

### 2. Mapa del Techo del Substrato Rcoso . ( ver Pl.1)

El mapa del techo del substrato rocoso hace aparecer la topografía del zócalo. Se ven bien en este mapa, los lechos antiguos de los tres ríos de la Gran Lima, en su parte baja no coinciden con los lechos actuales que quedan siempre mucho más al norte. La desembocadura antigua del río Chillón está ubicada en la zona del distrito de La Perla, así como la del Rímac parece estar ubicada en Miraflores, también el Lurín enseña un lecho mayor que viene a desembocarse casi frente a la ciudad de Lurín.





7) Todo ha pasado como si en el transcurso de su historia, los ríos hubieran - desviado su lecho hacia el norte.

Cabe anotar en el valle del río Chillón, frente al distrito de Independencia la presencia de una zanja subterránea que corta más o menos el lecho mayor, esta zanja puede ser debida a la falla supuesta en este lugar por el mapa geológico.

### 3. Mapa de los Espesores Estimados del Terreno Acuífero Aluvial . ( ver Pl.2)

El mapa de los espesores del acuífero muestra en la parte alta del Chillón una zona de mayor espesor que en el distrito de Comas sobrepasa los 200 m. Estos aluviones acuíferos alcanzan 450 m. en la desembocadura de La Perla .

En el valle del Rímac, el mapa enseña que ya alcanzan un espesor de 250 m. en el distrito de Ate, en la parte baja faltan sondajes para asegurarse de la potencia máxima del acuífero. En la parte baja de Lurín pueden alcanzar 350 m.

### 4. Mapa de Isoconductividad Longitudinal del Terreno Acuífero Conductor (Pl.3)

La conductividad longitudinal C de un horizonte geofísico es el cociente de su espesor h por su resistividad  $\rho$

$$C = \frac{h}{\rho}$$

Por otra parte, sabemos que la conductividad promedio del agua dulce es del orden de 1 m mhos/cm., éso corresponde a una resistividad de 10 Ohm m., es decir que en esta zona la resistividad del agua es siempre menor que la resistividad de los terrenos encajantes y a priori si se trata de agua salada o salobre.

Entonces, las crestas del mapa de isoconductividad longitudinal del acuífero conductor C3 corresponden a la red hidrográfica subterránea principal.

En la parte central de los valles donde la resistividad del acuífero varía poco, los lugares donde C es mayor corresponden a espesores mayores del acuífero C3.



El interés de este mapa reside en el hecho de que el valor C3 se saca directamente de los sondajes eléctricos luego el mapa que le corresponde tiene un grado de indeterminación menor que los demás mapas.

Además, muestra las zonas de invasión salina donde los valores de C3 sobrepasan 20 Mhos. ( ver informe particular del río Lurín ).

### CONCLUSIONES

Los sondajes eléctricos hechos en el área de la Gran Lima, en el transcurso de los años 69, 70, 71, 72 y 73 han permitido precisar el parte general de lo que constituye el reservorio acuífero aluvional para abastecer la zona de Lima, sea:

- Los lechos antiguos de los ríos Chillón, Rímac y Lurín.
- El espesor de los aluviones acuíferos.
- Las zonas de invasión saladas en la parte sur y en el Callao.

Pero los mapas entregados quedan incompletos por falta de sondajes en algunas partes importantes :

- En toda la zona urbana.
- En la desembocadura del Rímac donde los sondajes ya registrados no alcanzan el zócalo.
- En el distrito de Ate.

BA/amc.

c.c.

1 SD-I

1 SD-O

1 DASS